

Тормозный контроль в младшем школьном и подростковом возрасте

Е. И. Николаева^{✉1, 2}

¹ Российский государственный педагогический университет им. А. И. Герцена, 191186, Россия, Санкт-Петербург, наб. реки Мойки, д. 48

² Елецкий государственный университет им. И. А. Бунина, 399770, Россия, г. Елец, ул. Коммунаров, д. 28

Сведения об авторе

Елена Ивановна Николаева, SPIN-код: 4312-0718, Scopus AuthorID: 7102412673, ORCID: [0000-0001-8363-8496](https://orcid.org/0000-0001-8363-8496), e-mail: klemtina@yandex.ru

Для цитирования: Николаева, Е. И. (2019) Тормозный контроль в младшем школьном и подростковом возрасте. *Комплексные исследования детства*, т. 1, № 2, с. 152–161.

Получена 21 сентября 2019; принята 27 сентября 2019.

Финансирование: Работа выполнена при поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (грант № 17-06-00166).

Права: © Автор (2019). Опубликовано Российским государственным педагогическим университетом им. А. И. Герцена. Открытый доступ на условиях лицензии CC BY-NC 4.0.

Inhibitory control in primary school and adolescence

E. I. Nikolaeva^{✉1, 2}

¹ Herzen State Pedagogical University of Russia, 48 Moika River Emb., Saint Petersburg 191186, Russia

² Bunin Yelets State University, 28 Kommunarov Str., Yelets 399770, Russia

Author

Elena I. Nikolaeva, SPIN: 4312-0718, Scopus AuthorID: 7102412673, ORCID: [0000-0001-8363-8496](https://orcid.org/0000-0001-8363-8496), e-mail: klemtina@yandex.ru

For citation: Nikolaeva, E. I. (2019) Inhibitory control in primary school and adolescence. *Comprehensive Child Studies*, vol. 1, no. 2, pp. 152–161.

Received 21 September 2019; accepted 27 September 2019.

Funding: This research received a grant from the Department of Social Science and Humanities of the Russian Foundation for Basic Research, Grant no. 17-06-00166.

Copyright: © The Author (2019). Published by Herzen State Pedagogical University of Russia. Open access under CC BY-NC License 4.0.

Специфическую роль лобных долей в поведении одним из первых отметил А. Р. Лурия (Лурия 2003). Позднее была выделена группа функций, ответственных за управление изменением поведения от шаблонного, привычного к новому, более адаптивному. Сейчас эту функцию называют когнитивным контролем.

Когнитивный контроль стал центральной темой исследования достаточно давно (Miller et al. 1960; Posner, Snyder 1975). Выявлены ключевые поведенческие феномены (Banich 2009),

базовые механизмы (Botvinick, Cohen 2014), механизмы (Mars et al. 2011; Miller, Cohen 2001) и обнаружена природа и происхождение индивидуальных различий в проявлении когнитивного контроля (Miyake, Friedman 2012).

Когнитивный контроль — это когнитивные навыки, которые контролируют и регулируют другие когнитивные процессы более низкого уровня и целенаправленное поведение (Alvarez, Emory 2006). Они состоят из нескольких компонентов: 1) способность удерживать в уме и

мысленно манипулировать информацией, то есть рабочая память, 2) способность удерживать доминирующий ответ, то есть тормозный (ингибиторный) контроль, 3) способность гибко мыслить и переключать мышление на проблему, то есть когнитивная гибкость. Такие навыки необходимы при поддержке использования информации о партнере.

Когнитивный контроль описывает способность быть гибким, произвольным, адаптивно координируя поведение в соответствии с внутренними целями в шуме изменяющегося окружения (Badre 2011). Когнитивный контроль управляет за счет дифференциального вклада отдельных, но взаимодействующих компонентов, включая, но не ограничивая, выявление определенной задачи, ее поддержание, адаптивный подбор необходимых компонентов для ее решения, в том числе рабочей памяти, выбор ответа и тормозной реакции (Lenartowicz et al. 2010; Sabb et al. 2008). Когнитивный контроль начинает формироваться достаточно рано в онтогенезе, но его совершенствование продолжается и во взрослом состоянии.

Развитие когнитивного контроля не отражает возникновение новой способности, но скорее свидетельствует о продолжении развития уже существующего набора когнитивных функций, что подтверждается большим числом правильных ответов в зрелом возрасте на задачи, требующие когнитивного контроля. Хотя многие делают значительные успехи в познавательном контроле уже с раннего детства к подростковому возрасту, подростковый когнитивный контроль еще долго остается более изменчивым, чем в зрелом возрасте. Переход на взрослые уровни когнитивного контроля представляет особый интерес для понимания динамики присущей здоровому и нарушенному когнитивному развитию (Меренкова, Ельникова 2018; Ельникова 2019).

Особое место в рамках когнитивного развития занимает тормозный контроль, поскольку он созревает достаточно поздно, но начало изменения поведения опирается именно на его возможности (Широкова, Буркова 2018; Разумникова, Николаева 2019а; 2019б).

Тормозный контроль — способность подавить возможное, но не соответствующее цели поведение для выполнения запланированного, соответствующего цели поведения (Bari, Robbins 2013; Luna 2009; Nigg 2000). Хотя способность к тормозному контролю присутствует даже в младенчестве (Johnson 1995), уровень ошибок, связанных с ним, уменьшается в детском и подростковом возрасте (Bjorklund, Harnishfeger

1995; Luna et al. 2004). Исследования на основе функциональной магнитно-резонансной томографии (фМРТ), направленные на анализ возрастных различий в активации основных систем тормозного контроля, показали, что за него преимущественно отвечает префронтальная кора головного мозга. Однако специфика влияния префронтальной коры на развитие тормозного контроля неясна, поскольку развитие неравномерно и число ошибок то повышается, то снижается (Luna et al. 2012; Marsh et al. 2006; Rubia et al. 2006).

Особое давление на тормозные процессы происходит в начальной школе, когда ребенок меняет ведущую деятельность с игровой на учебную (Николаева, Вергунов 2017; 2019). Дж. Парк с соавторами (Park, Ellis Weismer, Kaushanskaya 2018) рассмотрел специфику тормозного контроля у 41 ребенка-монолингва и такого же числа билингвов с типичным развитием (8–12 лет). Было показано, что двуязычная группа продемонстрировала резкое улучшение тормозного контроля в течение 2 лет исследования, тогда как одноязычная группа характеризовалась стабильными показателями ингибирования в течение этого периода времени. Полученные данные указывают на то, что двуязычный опыт может модулировать темпы развития некоторых компонентов когнитивного контроля, что приводит к специфическим различиям в показателях между билингвами и монолингвами только в определенные моменты времени развития.

Э. С. Бернетт с большим коллективом соавторов (Burnett, Anderson, Lee et al. 2018) попытались определить, отличаются ли результаты тормозного контроля в школьном возрасте у детей, которые родились ранее 28 недель беременности или имели крайне низкий вес при рождении (менее 1000 г), родившихся в 1991–1992 гг., 1997 г. и 2005 г., по сравнению с их сверстниками, родившимися в срок. Дети принадлежали популяционным когортам, родившимся в штате Виктория, Австралия, в эти годы. Всего набралось 613 детей, которые были из проблемной группы, и 564 ребенка контрольной группы в возрасте 7–8 лет. Оценку тормозного контроля проводили родители с помощью соответствующей шкалы. Было показано, что для всех временных периодов дети с проблемами при рождении имели менее сформированный тормозный контроль (впрочем, и другие параметры когнитивного контроля у них были ниже), чем у детей контрольных групп.

Было показано, что пребывание ребенка в детском доме снижает эффективность тормоз-

ного контроля у младших школьников. И чем дольше ребенок находится вне семьи, тем более выражено это снижение тормозного контроля (Николаева, Мелешева 2018).

Подростковый возраст начинается активацией полового созревания и обычно включает возраст от 10 до 16 лет у человека, то есть охватывает большую часть второго десятилетия жизни (Blakemore et al. 2010; Spear 2000). Во всех культурах и у всех видов пубертатный период характеризуется повышенной чувствительностью к новизне, получению скорейшего вознаграждения (Steinberg, 2004). Хотя такое поведение представляет собой нормативное развитие, оно может вести к многочисленным рискам (Heron 2012).

Совсем недавно исследования выявили уменьшение префронтальной вовлеченности с возрастом (Alahyane et al. 2014), что сопровождалось повышением эффективности (Dwyer et al. 2014). В лонгитюдном исследовании с помощью фМРТ эффективности тормозного контроля связанная с задачей префронтальная вовлеченность снижалась с детства к подростковому возрасту, при этом эффективность достигла взрослого уровня (Ordaz et al. 2013).

Это снижение вовлеченности префронтальных систем может отражать снижение усилий с возрастом для выполнения уже освоенных задач, поскольку более сложные варианты когнитивной нагрузки требуют большего усилия и большей префронтальной вовлеченности и у взрослых (Carpenter et al. 1999). Кроме того, большая синхронизация соответствующих префронтальных систем может снизить требования к местной обработке и уменьшить потребность в кислороде в крови, что и оценивается технологией (blood-oxygen-level-dependent, BOLD) (Ghuman et al. 2008). При этом дорсальная передняя сингулярная (поясная) кора (dACC), которая обеспечивает мониторинг эффективности деятельности, демонстрирует повышенную активацию с возрастом. Эти результаты позволяют предположить, что развитие тормозного контроля в подростковом возрасте обусловлено, по крайней мере частично, повышением вовлеченности в мониторинг dACC. Эти результаты согласуются с данными фМРТ (Adleman et al. 2002; Velanova et al. 2008) и обширными исследованиями с помощью ЭЭГ (Ferdinand, Kray 2014; Santesso, Segalowitz 2008; Segalowitz et al. 2010), которые также свидетельствуют о расширении участия дорсальной передней сингулярной коры с возрастом, что сопровождается интеграцией всех компонентов тормозного контроля.

Повышение способности контролировать эффективность является отличительной чертой развития.

Подростковый возраст примечателен как стадия, на которой пластичность способствует специализации до уровня взрослости.

На модульном уровне когнитивный контроль поддерживается эффективной интеграцией сегрегированных компонентных процессов. Более ранние исследования, изучающие изменения в сегрегации и интеграции, установили, что дети имеют большую интенсивность коротких связей и более слабые дальние связи по сравнению со взрослыми. Это предполагает, что с развитием происходит сдвиг от преобладания локальных взаимодействий к распределенной системе, и этот сдвиг может отражать повышенную интеграцию (Gao et al. 2014; Fair et al. 2007; 2009; Supekar et al. 2009). Эти выводы были впоследствии дискредитированы открытием, что движение головы больше у детей, чем у взрослых, и это приводит к ложному, систематическому эффекту, при котором более сильные связи смещаются на короткие расстояния в детстве (Hallquist et al. 2013). Кроме того, следует оценить модульную организацию мозговых сетей (van den Heuvel, Sports 2013) при определении сегрегации и интеграции, а не меры расстояния. Сегрегация и интеграция могут тогда быть определены теоретическими мерами графа, чувствительными к структуре сети (Guimerà, Amaral 2005; Power et al. 2013). Сегрегированные компоненты когнитивного контроля созревают относительно рано в развитии, в то время как интеграция этих компонентов должна продолжать укрепляться во взрослом возрасте (Luna et al. 2015). Вместе функциональные и структурные сети развиваются по сходным траекториям, с организацией и эффективностью, установленными на ранних этапах развития, в то время как интеграция продолжает расти в подростковом возрасте. Примечательно, что способность сетей к интеграции является устойчивым аспектом сети. Это предполагает, что связь между специализированными сетями может быть основной особенностью возрастных улучшений в когнитивном контроле.

Более ранние гистологические исследования привели к распространенному заблуждению о том, что мозг развивается иерархическим образом, а префронтальные системы созревают последними по сравнению с другими системами мозга. Некоторые исследования показали, что число синапсов достигает взрослых уровней позже в средней лобной извилине по сравнению

с областью Бродмана 17 и извилиной Гешля (Huttenlocher, Dabholkar 1997).

МРТ-исследования толщины серого вещества показывают, что префронтальная кора имеет затяжную траекторию развития, но другие кортикальные области, такие как височные области, и подкорковые области, такие как стриатум и таламус, обнаруживают еще более длинные траектории созревания (Gogtay et al. 2004, Raznahan et al. 2014). Гистологические исследования также свидетельствуют о том, что миелинизация в зрительной коре предшествует миелинизации в префронтальной коре, но теменной и височный регионы демонстрируют аналогичную длительную траекторию (Yakovlev et al. 1967). Аналогично исследования показывают, что целостность белого вещества, обеспечивающих связь с дорсальными префронтальными областями, к подростковому возрасту находится на уровне взрослых. При этом белое вещество, которое поддерживает связь вентральной и медиальной префронтальной коры с лимбической и височной областями, продолжает меняться (Lebel et al. 2008; Simmonds et al. 2013). Следовательно, префронтальная кора головного мозга не созревает в последнюю очередь.

Онтогенез исполнительных функций имеет важное значение для объяснения дифференциальных и нормативных тенденций развития. Исполнительные функции должны изучаться с раннего возраста, учитывая их влияние на умственную гибкость, контроль информации, планирование и когнитивный контроль.

Тормозный контроль считается ключевым компонентом саморегуляции. Огромная роль в его формировании связана с процессами созревания мозга, а также влиянием окружающей среды, прежде всего воспитанием в семье. Родительская самооффективность представляет собой ключевой коррелят родительского поведения и связана с достижениями детей. Однако исследования взаимодействия родительской корегуляции, родительской самооффективности и тормозного контроля ребенка в раннем детстве недостаточны. К. А. Гертнер с соавторами (Gärtner, Vetter, Schäferling et al. 2018) изучали, в какой степени позитивная и негативная корегуляция родителей и домен-специфическая и домен-общая самооффективность, оцениваемые в первом тестировании (T1), предсказывают тормозный контроль малышей через шесть недель (T2). Результаты основаны на данных 90 родительско-детских диад (возраст детей — 24–35 месяцев). Все показатели родителей оценивались с помощью вопросника. Тормозный контроль у детей измерялся с помощью шкалы ингибирования поведенческого рейтинга оценки ИФ. Негативная корегуляция родителей и домен-специфическая самооффективность предсказывают тормозный контроль младенцев.

Таким образом, на формирование тормозного контроля влияют условия всего развития ребенка (в том числе в утробе матери). Влияние оказывают как генетические, так и эпигенетические факторы.

Литература

- Ельникова, О. Е. (2019) Сенсомоторная интеграция и тормозный контроль как факторы, определяющие отношение к болезни в юношеском возрасте и в период взрослости. *Психология образования в поликультурном пространстве*, № 3 (47), с. 30–39. DOI: 10.24888/2073-8439-2019-47-3-30-39
- Лурия, А. Р. (2003) *Основы нейропсихологии*. М.: Издательский центр «Академия», 384 с.
- Меренкова, В. С., Ельникова, О. Е. (2018) Специфика исследования психофизиологических и психологических компонентов формирования здоровья у людей на разных этапах онтогенеза: методологический аспект. *Психология образования в поликультурном пространстве*, № 43 (3), с. 29–38. DOI: 10.24888/2073-8439-2018-43-3-29-38
- Николаева, Е. И., Вергунов, Е. Г. (2017) Что такое “executive functions” и их развитие в онтогенезе. *Теоретическая и экспериментальная психология*, т. 10, № 2, с. 62–81.
- Николаева, Е. И., Вергунов, Е. Г. (2019) Специфика центрального и автономного компонентов тормозного контроля у первоклассников. *Психология образования в поликультурном пространстве*, № 2 (46), с. 49–55. DOI: 10.24888/2073-8439-2019-46-2-49-55
- Николаева, Е. И., Мелешева, Ю. Б. (2018) Сравнительный анализ параметров сенсомоторной интеграции и тормозных процессов у подростков и приемных родителей из семей с конфликтными отношениями. *Теоретическая и экспериментальная психология*, т. 11, № 1, с. 6–17.
- Разумникова, О. М., Николаева, Е. И. (2019a) Тормозные функции мозга и возрастные особенности организации когнитивной деятельности. *Успехи физиологических наук*, т. 50, № 1, с. 75–89. DOI: 10.1134/S0301179819010090
- Разумникова, О. М., Николаева, Е. И. (2019b) Возрастные особенности тормозного контроля и проактивная интерференция при запоминании зрительной информации. *Вопросы психологии*, № 2, с. 124–132.

- Широкова, И. В., Буркова, С. А. (2018) Особенности тормозного контроля у детей младшего школьного возраста с различным уровнем сформированности внутренней картины здоровья. *Вестник психофизиологии*, № 4, с. 95–103.
- Adleman, N. E., Menon, V., Blasey, C. M. et al. (2002) A developmental fMRI study of the Stroop color-word task. *NeuroImage*, vol. 16, no. 1, pp. 61–75. PMID: 11969318. DOI: 10.1006/nimg.2001.1046 (In English)
- Alahyane, N., Brien, D. C., Coe, B. C. et al. (2014) Developmental improvements in voluntary control of behavior: Effect of preparation in the fronto-parietal network? *NeuroImage*, vol. 98, pp. 103–117. PMID: 24642280. DOI: 10.1016/j.neuroimage.2014.03.008 (In English)
- Alvarez, J. A., Emory, E. (2006) Executive function and the frontal lobes: A meta-analytic review. *Neuropsychology Review*, vol. 16, no. 1, pp. 17–42. PMID: 16794878. DOI: 10.1007/s11065-006-9002-x (In English)
- Badre, D. (2011) Defining an ontology of cognitive control requires attention to component interactions. *Topics in Cognitive Science*, vol. 3, no. 2, pp. 217–221. PMID: 21666845. DOI: 10.1111/j.1756-8765.2011.01141.x (In English)
- Banich, M. T. (2009) Executive function: The search for an integrated account. *Current Directions in Psychological Science*, vol. 18, no. 2, pp. 89–94. DOI: 10.1111/j.1467-8721.2009.01615.x (In English)
- Bari, A., Robbins, T. W. (2013) Inhibition and impulsivity: Behavioral and neural basis of response control. *Progress in Neurobiology*, vol. 108, pp. 44–79. PMID: 23856628. DOI: 10.1016/j.pneurobio.2013.06.005 (In English)
- Bjorklund, D. F., Harnishfeger, K. K. (1995) The evolution of inhibition mechanisms and their role in human cognition and behavior. In: F. N. Dempster, C. J. Brainerd (eds.). *Interference and inhibition in cognition*. San Diego: Academic Press, pp. 141–173. DOI: 10.1016/B978-012208930-5/50006-4
- Blakemore, S. J., Burnett, S., Dahl, R. E. (2010) The role of puberty in the developing adolescent brain. *Human Brain Mapping*, vol. 31, no. 6, pp. 926–933. PMID: 20496383. DOI: 10.1002/hbm.21052 (In English)
- Botvinick, M., Braver, T. (2015) Motivation and cognitive control: From behavior to neural mechanism. *Annual Review of Psychology*, vol. 66, pp. 83–113. PMID: 25251491. DOI: 10.1146/annurev-psych-010814-015044 (In English)
- Burnett, A. C., Anderson, P. J., Lee, K. J. et al. (2018) Trends in executive functioning in extremely preterm children across 3 birth eras. *Pediatrics*, vol. 141, no. 1, article e20171958. PMID: 29196505. DOI: 10.1542/peds.2017-1958 (In English)
- Carpenter, P. A., Just, M. A., Keller, T. A. et al. (1999) Graded functional activation in the visuospatial system with the amount of task demand. *Journal of Cognitive Neuroscience*, vol. 11, no. 1, pp. 9–24. PMID: 9950711. DOI: 10.1162/089892999563210 (In English)
- Dwyer, D. B., Harrison, B. J., Yücel, M. et al. (2014) Large-scale brain network dynamics supporting adolescent cognitive control. *The Journal of Neuroscience*, vol. 34, no. 42, pp. 14096–14107. PMID: 25319705. DOI: 10.1523/JNEUROSCI.1634-14.2014 (In English)
- Fair, D. A., Cohen, A. L., Power, J. D. et al. (2009) Functional brain networks develop from a “local to distributed” organization. *PLoS Computational Biology*, vol. 5, no. 5, article e1000381. PMID: 19412534. DOI: 10.1371/journal.pcbi.1000381 (In English)
- Fair, D. A., Dosenbach, N. U., Church, J. A. et al. (2007) Development of distinct control networks through segregation and integration. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, vol. 104, no. 33, pp. 13507–13512. PMID: 17679691. DOI: 10.1073/pnas.0705843104 (In English)
- Ferdinand, N. K., Kray, J. (2014) Developmental changes in performance monitoring: How electrophysiological data can enhance our understanding of error and feedback processing in childhood and adolescence. *Behavioural Brain Research*, vol. 263, pp. 122–132. PMID: 24487012. DOI: 10.1016/j.bbr.2014.01.029 (In English)
- Gao, W., Elton, A., Zhu, H. et al. (2014) Intersubject variability of and genetic effects on the brain’s functional connectivity during infancy. *The Journal of Neuroscience*, vol. 34, no. 34, pp. 11288–11296. PMID: 25143609. DOI: 10.1523/JNEUROSCI.5072-13.2014 (In English)
- Gärtner, K. A., Vetter, V. C., Schäferling, M. et al. (2018) Inhibitory control in toddlerhood — The role of parental co-regulation and self-efficacy beliefs. *Metacognition and Learning*, vol. 13, no. 3, pp. 241–264. DOI: 10.1007/s11409-018-9184-7 (In English)
- Ghuman, A. S., Bar, M., Dobbins, I. G., Schnyer, D. M. (2008) The effects of priming on frontal-temporal communication. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, vol. 105, no. 24, pp. 8405–8409. PMID: 18541919. DOI: 10.1073/pnas.0710674105 (In English)
- Gogtay, N., Giedd, J. N., Lusk, L. et al. (2004) Dynamic mapping of human cortical development during childhood through early adulthood. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, vol. 101, no. 21, pp. 8174–8179. PMID: 15148381. DOI: 10.1073/pnas.0402680101 (In English)
- Guimerà, R., Amaral, L. A. N. (2005) Cartography of complex networks: Modules and universal roles. *Journal of Statistical Mechanics*, article P02001. PMID: 18159217. DOI: 10.1088/1742-5468/2005/02/P02001 (In English)
- Hallquist, M. N., Hwang, K., Luna, B. (2013) The nuisance of nuisance regression: Spectral misspecification in a common approach to resting-state fMRI preprocessing reintroduces noise and obscures functional connectivity. *NeuroImage*, vol. 82, pp. 208–225. PMID: 23747457. DOI: 10.1007/s00221-019-05613-z (In English)
- Heron, M. (2012) Deaths: Leading causes for 2008. *National Vital Statistics Reports*, vol. 60, no. 6, pp. 1–94. PMID: 22827019. (In English)

- Huttenlocher, P. R., Dabholkar, A. S. (1997). Regional differences in synaptogenesis in human cerebral cortex. *The Journal of Comparative Neurology*, vol. 387, no. 2, pp. 167–178. PMID: 9336221. DOI: 10.1002/(sici)1096-9861(19971020)387:2<167::aid-cne1>3.0.co;2-z (In English)
- Johnson, M. H. (1995). The inhibition of automatic saccades in early infancy. *Developmental Psychobiology*, vol. 28, no. 5, pp. 281–291. PMID: 7672460. DOI: 10.1002/dev.420280504 (In English)
- Lebel, C., Walker, L., Leemans, A. et al. (2008). Microstructural maturation of the human brain from childhood to adulthood. *NeuroImage*, vol. 40, no. 3, pp. 1044–1055. PMID: 18295509. DOI: 10.1016/j.neuroimage.2007.12.053 (In English)
- Lenartowicz, A., Kalar, D. J., Congdon, E., Poldrack, R. A. (2010). Towards an ontology of cognitive control. *Topics in Cognitive Science*, vol. 2, no. 4, pp. 678–692. PMID: 25164049. DOI: 10.1111/j.1756-8765.2010.01100.x (In English)
- Luna, B. (2009). Developmental changes in cognitive control through adolescence. *Advances in Child Development and Behavior*, vol. 37, pp. 233–278. PMID: 19673164. DOI: 10.1016/s0065-2407(09)03706-9 (In English)
- Luna, B. (2012). The relevance of immaturities in the juvenile brain to culpability and rehabilitation. *Hastings Law Journal*, vol. 63, no. 6, pp. 1469–1486. PMID: 29093605. (In English)
- Luna, B., Garver, K. E., Urban, T. A. et al. (2004). Maturation of cognitive processes from late childhood to adulthood. *Child Development*, vol. 75, no. 5, pp. 1357–1372. PMID: 15369519. DOI: 10.1111/j.1467-8624.2004.00745.x (In English)
- Luna, B., Marek, S., Larsen, B. et al. (2015). An integrative model of the maturation of cognitive control. *Annual Review of Neuroscience*, vol. 38, pp. 151–170. PMID: 26154978. DOI: 10.1146/annurev-neuro-071714-034054 (In English)
- Mars, R. B., Sallet, J., Rushworth, M. F. S., Yeung, N. (eds.). (2011) *Neural basis of motivational and cognitive control*. Cambridge, MA: MIT Press, 464 p. (In English)
- Marsh, R., Zhu, H., Schultz, R. T. et al. (2006). A developmental fMRI study of self-regulatory control. *Human Brain Mapping*, vol. 27, no. 11, pp. 848–863. PMID: 16421886. DOI: 10.1002/hbm.20225 (In English)
- Miller, E. K., Cohen, J. D. (2001). An integrative theory of prefrontal cortex function. *Annual Review of Neuroscience*, vol. 24, pp. 167–202. PMID: 11283309. DOI: 10.1146/annurev.neuro.24.1.167 (In English)
- Miller, G. A., Galanter, E., Pribram, K. H. (1960) *Plans and the structure of behavior*. New York: Holt, Rinehart & Winston, 226 p. DOI: 10.1002/cne.901150208 (In English)
- Miyake, A., Friedman, N. P. (2012). The nature and organization of individual differences in executive functions: Four general conclusions. *Current Directions in Psychological Science*, vol. 21, no. 1, pp. 8–14. PMID: 22773897. DOI: 10.1177/0963721411429458 (In English)
- Nigg, J. T. (2000). On inhibition/disinhibition in developmental psychopathology: Views from cognitive and personality psychology and a working inhibition taxonomy. *Psychological Bulletin*, vol. 126, no. 2, pp. 220–246. PMID: 10748641. DOI: 10.1037/0033-2909.126.2.220 (In English)
- Ordaz, S. J., Foran, W., Velanova, K., Luna, B. (2013). Longitudinal growth curves of brain function underlying inhibitory control through adolescence. *Journal of Neuroscience*, vol. 33, no. 46, pp. 18109–18124. PMID: 24227721. DOI: 10.1523/JNEUROSCI.1741-13.2013 (In English)
- Park, J., Ellis Weismer, S., Kaushanskaya, M. (2018). Changes in executive function over time in bilingual and monolingual school-aged children. *Developmental Psychology*, vol. 54, no. 10, pp. 1842–1853. PMID: 30179022. DOI: 10.1037/dev0000562 (In English)
- Power, J. D., Barnes, K. A., Snyder, A. Z. et al. (2012). Spurious but systematic correlations in functional connectivity MRI networks arise from subject motion. *NeuroImage*, vol. 59, no. 3, pp. 2142–2154. PMID: 22019881. DOI: 10.1016/j.neuroimage.2011.10.018 (In English)
- Power, J. D., Schlaggar, B. L., Lessov-Schlaggar, C. N., Petersen, S. E. (2013). Evidence for hubs in human functional brain networks. *Neuron*, vol. 79, no. 4, pp. 798–813. PMID: 23972601. DOI: 10.1016/j.neuron.2013.07.035 (In English)
- Raznahan, A., Shaw, P. W., Lerch, J. P. et al. (2014). Longitudinal four-dimensional mapping of subcortical anatomy in human development. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, vol. 111, no. 4, pp. 1592–1597. PMID: 24474784. DOI: 10.1073/pnas.1316911111 (In English)
- Rubia, K., Smith, A. B., Woolley, J. et al. (2006). Progressive increase of frontostriatal brain activation from childhood to adulthood during event-related tasks of cognitive control. *Human Brain Mapping*, vol. 27, no. 12, pp. 973–993. PMID: 16683265. DOI: 10.1002/hbm.20237 (In English)
- Sabb, F. W., Bearden, C. E., Glahn, D. C. et al. (2008). A collaborative knowledge base for cognitive phenomics. *Molecular Psychiatry*, vol. 13, no. 4, pp. 350–360. PMID: 18180765. DOI: 10.1038/sj.mp.4002124 (In English)
- Santesso, D. L., Segalowitz, S. J. (2008). Developmental differences in error-related ERPs in middle- to late adolescent males. *Developmental Psychology*, vol. 44, no. 1, pp. 205–217. PMID: 18194018. DOI: 10.1037/0012-1649.44.1.205 (In English)
- Segalowitz, S. J., Santesso, D. L., Jetha, M. K. (2010). Electrophysiological changes during adolescence: A review. *Brain and Cognition*, vol. 72, no. 1, pp. 86–100. PMID: 19914761. DOI: 10.1016/j.bandc.2009.10.003 (In English)

- Simmonds, D. J., Hallquist, M. N., Asato, M., Luna, B. (2013) Developmental stages and sex differences of white matter and behavioral development through adolescence: A longitudinal diffusion tensor imaging (DTI) study. *NeuroImage*, vol. 92, pp. 356–368. PMID: 24384150. DOI: 10.1016/j.neuroimage.2013.12.044 (In English)
- Spear, L. P. (2000) Neurobehavioral changes in adolescence. *Current Directions in Psychological Science*, vol. 9, no. 4, pp. 111–114. DOI: 10.1111/1467-8721.00072 (In English)
- Steinberg, L. (2004) Risk taking in adolescence: What changes, and why? *Annals of the New York Academy of Sciences*, vol. 1021, no. 1, pp. 51–58. PMID: 15251873. DOI: 10.1196/annals.1308.005 (In English)
- Supekar, K., Musen, M., Menon, V. (2009) Development of large-scale functional brain networks in children. *PLoS Biology*, vol. 7, no. 7, article e1000157. PMID: 19621066. DOI: 10.1371/journal.pbio.1000157 (In English)
- van den Heuvel, M. P., Sporns, O. (2013) An anatomical substrate for integration among functional networks in human cortex. *The Journal of Neuroscience*, vol. 33, no. 36, pp. 14489–14500. PMID: 24005300. DOI: 10.1523/JNEUROSCI.2128-13.2013 (In English)
- Velanova, K., Wheeler, M. E., Luna, B. (2008) Maturation changes in anterior cingulate and frontoparietal recruitment support the development of error processing and inhibitory control. *Cerebral Cortex*, vol. 18, no. 11, pp. 2505–2522. PMID: 18281300. DOI: 10.1093/cercor/bhn012 (In English)
- Yakovlev, P. I., Lecours, A. R. (1967) The myelogenetic cycles of regional maturation of the brain. In: A. Minkowski (ed.). *Regional Development of the Brain in Early Life*. Oxford: Blackwell, pp. 3–70.

References

- Adleman, N. E., Menon, V., Blasey, C. M. et al. (2002) A developmental fMRI study of the Stroop color-word task. *NeuroImage*, vol. 16, no. 1, pp. 61–75. PMID: 11969318. DOI: 10.1006/nimg.2001.1046 (In English)
- Alahyane, N., Brien, D. C., Coe, B. C. et al. (2014) Developmental improvements in voluntary control of behavior: Effect of preparation in the fronto-parietal network? *NeuroImage*, vol. 98, pp. 103–117. PMID: 24642280. DOI: 10.1016/j.neuroimage.2014.03.008 (In English)
- Alvarez, J. A., Emory, E. (2006) Executive function and the frontal lobes: A meta-analytic review. *Neuropsychology Review*, vol. 16, no. 1, pp. 17–42. PMID: 16794878. DOI: 10.1007/s11065-006-9002-x (In English)
- Badre, D. (2011) Defining an ontology of cognitive control requires attention to component interactions. *Topics in Cognitive Science*, vol. 3, no. 2, pp. 217–221. PMID: 21666845. DOI: 10.1111/j.1756-8765.2011.01141.x (In English)
- Banich, M. T. (2009) Executive function: The search for an integrated account. *Current Directions in Psychological Science*, vol. 18, no. 2, pp. 89–94. DOI: 10.1111/j.1467-8721.2009.01615.x (In English)
- Bari, A., Robbins, T. W. (2013) Inhibition and impulsivity: Behavioral and neural basis of response control. *Progress in Neurobiology*, vol. 108, pp. 44–79. PMID: 23856628. DOI: 10.1016/j.pneurobio.2013.06.005 (In English)
- Bjorklund, D. F., Harnishfeger, K. K. (1995) The evolution of inhibition mechanisms and their role in human cognition and behavior. In: F. N. Dempster, C. J. Brainerd (eds.). *Interference and inhibition in cognition*. San Diego: Academic Press, pp. 141–173. DOI: 10.1016/B978-012208930-5/50006-4
- Blakemore, S. J., Burnett, S., Dahl, R. E. (2010) The role of puberty in the developing adolescent brain. *Human Brain Mapping*, vol. 31, no. 6, pp. 926–933. PMID: 20496383. DOI: 10.1002/hbm.21052 (In English)
- Botvinick, M., Braver, T. (2015) Motivation and cognitive control: From behavior to neural mechanism. *Annual Review of Psychology*, vol. 66, pp. 83–113. PMID: 25251491. DOI: 10.1146/annurev-psych-010814-015044 (In English)
- Burnett, A. C., Anderson, P. J., Lee, K. J. et al. (2018) Trends in executive functioning in extremely preterm children across 3 birth eras. *Pediatrics*, vol. 141, no. 1, article e20171958. PMID: 29196505. DOI: 10.1542/peds.2017-1958 (In English)
- Carpenter, P. A., Just, M. A., Keller, T. A. et al. (1999) Graded functional activation in the visuospatial system with the amount of task demand. *Journal of Cognitive Neuroscience*, vol. 11, no. 1, pp. 9–24. PMID: 9950711. DOI: 10.1162/089892999563210 (In English)
- Dwyer, D. B., Harrison, B. J., Yücel, M. et al. (2014) Large-scale brain network dynamics supporting adolescent cognitive control. *The Journal of Neuroscience*, vol. 34, no. 42, pp. 14096–14107. PMID: 25319705. DOI: 10.1523/JNEUROSCI.1634-14.2014 (In English)
- Elnikova, O. E. (2019) Sensomotornaya integratsiya i tormoznyj kontrol' kak factory, opredelyayushchie otnoshenie k bolezni v yunosheskom vozraste i v period vzroslosti [Sensorimotor integration and the inhibitory control as determinants of attitude to the disease in adolescence and during adulthood]. *Psikhologiya obrazovaniya v polikulturnom prostranstve — Psychology of Education in a Multicultural Space*, vol. 3 (47), pp. 30–39. DOI: 10.24888/2073-8439-2019-47-3-30-39 (In Russian)
- Fair, D. A., Cohen, A. L., Power, J. D. et al. (2009) Functional brain networks develop from a “local to distributed” organization. *PLoS Computational Biology*, vol. 5, no. 5, article e1000381. PMID: 19412534. DOI: 10.1371/journal.pcbi.1000381 (In English)

- Fair, D. A., Dosenbach, N. U., Church, J. A. et al. (2007) Development of distinct control networks through segregation and integration. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, vol. 104, no. 33, pp. 13507–13512. PMID: 17679691. DOI: 10.1073/pnas.0705843104 (In English)
- Ferdinand, N. K., Kray, J. (2014) Developmental changes in performance monitoring: How electrophysiological data can enhance our understanding of error and feedback processing in childhood and adolescence. *Behavioural Brain Research*, vol. 263, pp. 122–132. PMID: 24487012. DOI: 10.1016/j.bbr.2014.01.029 (In English)
- Gao, W., Elton, A., Zhu, H. et al. (2014) Intersubject variability of and genetic effects on the brain's functional connectivity during infancy. *The Journal of Neuroscience*, vol. 34, no. 34, pp. 11288–11296. PMID: 25143609. DOI: 10.1523/JNEUROSCI.5072-13.2014 (In English)
- Gärtner, K. A., Vetter, V. C., Schäferling, M. et al. (2018) Inhibitory control in toddlerhood — The role of parental co-regulation and self-efficacy beliefs. *Metacognition and Learning*, vol. 13, no. 3, pp. 241–264. DOI: 10.1007/s11409-018-9184-7 (In English)
- Ghuman, A. S., Bar, M., Dobbins, I. G., Schnyer, D. M. (2008) The effects of priming on frontal-temporal communication. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, vol. 105, no. 24, pp. 8405–8409. PMID: 18541919. DOI: 10.1073/pnas.0710674105 (In English)
- Gogtay, N., Giedd, J. N., Lusk, L. et al. (2004) Dynamic mapping of human cortical development during childhood through early adulthood. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, vol. 101, no. 21, pp. 8174–8179. PMID: 15148381. DOI: 10.1073/pnas.0402680101 (In English)
- Guimerà, R., Amaral, L. A. N. (2005) Cartography of complex networks: Modules and universal roles. *Journal of Statistical Mechanics*, article P02001. PMID: 18159217. DOI: 10.1088/1742-5468/2005/02/P02001 (In English)
- Hallquist, M. N., Hwang, K., Luna, B. (2013) The nuisance of nuisance regression: Spectral misspecification in a common approach to resting-state fMRI preprocessing reintroduces noise and obscures functional connectivity. *NeuroImage*, vol. 82, pp. 208–225. PMID: 23747457. DOI: 10.1007/s00221-019-05613-z (In English)
- Heron, M. (2012) Deaths: Leading causes for 2008. *National Vital Statistics Reports*, vol. 60, no. 6, pp. 1–94. PMID: 22827019. (In English)
- Huttenlocher, P. R., Dabholkar, A. S. (1997). Regional differences in synaptogenesis in human cerebral cortex. *The Journal of Comparative Neurology*, vol. 387, no. 2, pp. 167–178. PMID: 9336221. DOI: 10.1002/(sici)1096-9861(19971020)387:2<167::aid-cne1>3.0.co;2-z (In English)
- Johnson, M. H. (1995) The inhibition of automatic saccades in early infancy. *Developmental Psychobiology*, vol. 28, no. 5, pp. 281–291. PMID: 7672460. DOI: 10.1002/dev.420280504 (In English)
- Lebel, C., Walker, L., Leemans, A. et al. (2008) Microstructural maturation of the human brain from childhood to adulthood. *NeuroImage*, vol. 40, no. 3, pp. 1044–1055. PMID: 18295509. DOI: 10.1016/j.neuroimage.2007.12.053 (In English)
- Lenartowicz, A., Kalar, D. J., Congdon, E., Poldrack, R. A. (2010) Towards an ontology of cognitive control. *Topics in Cognitive Science*, vol. 2, no. 4, pp. 678–692. PMID: 25164049. DOI: 10.1111/j.1756-8765.2010.01100.x (In English)
- Luna, B. (2009) Developmental changes in cognitive control through adolescence. *Advances in Child Development and Behavior*, vol. 37, pp. 233–278. PMID: 19673164. DOI: 10.1016/s0065-2407(09)03706-9 (In English)
- Luna, B. (2012) The relevance of immaturities in the juvenile brain to culpability and rehabilitation. *Hastings Law Journal*, vol. 63, no. 6, pp. 1469–1486. PMID: 29093605. (In English)
- Luna, B., Garver, K. E., Urban, T. A. et al. (2004) Maturation of cognitive processes from late childhood to adulthood. *Child Development*, vol. 75, no. 5, pp. 1357–1372. PMID: 15369519. DOI: 10.1111/j.1467-8624.2004.00745.x (In English)
- Luna, B., Marek, S., Larsen, B. et al. (2015) An integrative model of the maturation of cognitive control. *Annual Review of Neuroscience*, vol. 38, pp. 151–170. PMID: 26154978. DOI: 10.1146/annurev-neuro-071714-034054 (In English)
- Luriya, A. R. (2003) *Osnovy nejropsikhologii [Fundamentals of neuropsychology]*. Moscow: Akademiya Publ., 384 p. (In Russian)
- Mars, R. B., Sallet, J., Rushworth, M. F. S., Yeung, N. (eds.). (2011) *Neural basis of motivational and cognitive control*. Cambridge, MA: MIT Press, 464 p. (In English)
- Marsh, R., Zhu, H., Schultz, R. T. et al. (2006) A developmental fMRI study of self-regulatory control. *Human Brain Mapping*, vol. 27, no. 11, pp. 848–863. PMID: 16421886. DOI: 10.1002/hbm.20225 (In English)
- Merenkova, V. S., Elnikova, O. E. (2018) Specificity of studying psychophysiological and psychological components of the formation of people's health at different stages of ontogenesis: Methodological aspect. *Psikhologiya obrazovaniya v polikulturnom prostranstve — Psychology of education in a multicultural space*, vol. 43 (3), pp. 29–38. DOI: 10.24888/2073-8439-2018-43-3-29-38 (In Russian)
- Miller, E. K., Cohen, J. D. (2001) An integrative theory of prefrontal cortex function. *Annual Review of Neuroscience*, vol. 24, pp. 167–202. PMID: 11283309. DOI: 10.1146/annurev.neuro.24.1.167 (In English)
- Miller, G. A., Galanter, E., Pribram, K. H. (1960) *Plans and the structure of behavior*. New York: Holt, Rinehart & Winston, 226 p. DOI: 10.1002/cne.901150208 (In English)

- Miyake, A., Friedman, N. P. (2012) The nature and organization of individual differences in executive functions: Four general conclusions. *Current Directions in Psychological Science*, vol. 21, no. 1, pp. 8–14. PMID: 22773897. DOI: 10.1177/0963721411429458 (In English)
- Nigg, J. T. (2000) On inhibition/disinhibition in developmental psychopathology: Views from cognitive and personality psychology and a working inhibition taxonomy. *Psychological Bulletin*, vol. 126, no. 2, pp. 220–246. PMID: 10748641. DOI: 10.1037/0033-2909.126.2.220 (In English)
- Nikolaeva, E. I., Melesheva, Yu. B. (2018) Sravnitel'nyy analiz parametrov sensomotornoj integratsii i tormoznykh protsessov u podrostkov i priemnykh roditel'ey iz semej s konfliktnymi otnosheniyami [Comparative analysis of parameters of sensorimotor integration and inhibitory processes in adolescents and foster parents from families with conflict relationships]. *Teoreticheskaya i eksperimental'naya psikhologiya — Theoretical and Experimental Psychology*, vol. 11, no. 1, pp. 6–17. (In Russian)
- Nikolaeva, E. I., Vergunov, E. G. (2017) Chto takoe “executive functions” i ikh razvitie v ontogeneze [Executive functions and their development in ontogenesis]. *Teoreticheskaya i eksperimental'naya psikhologiya — Theoretical and Experimental Psychology*, vol. 10, no. 2, pp. 62–81. (In Russian)
- Nikolaeva, E. I., Vergunov, E. G. (2019) Spetsifika tsentralnogo i avtonomnogo komponentov tormoznogo kontrolya u pervoklassnikov [The specifics of the central and autonomous components of inhibitory control in first-formers]. *Psikhologiya obrazovaniya v polikulturnom prostranstve — Psychology of Education in Multicultural Space*, vol. 2 (46), pp. 49–55. DOI: 10.24888/2073-8439-2019-46-2-49-55 (In Russian)
- Ordaz, S. J., Foran, W., Velanova, K., Luna, B. (2013) Longitudinal growth curves of brain function underlying inhibitory control through adolescence. *Journal of Neuroscience*, vol. 33, no. 46, pp. 18109–18124. PMID: 24227721. DOI: 10.1523/JNEUROSCI.1741-13.2013 (In English)
- Park, J., Ellis Weismer, S., Kaushanskaya, M. (2018) Changes in executive function over time in bilingual and monolingual school-aged children. *Developmental Psychology*, vol. 54, no. 10, pp. 1842–1853. PMID: 30179022. DOI: 10.1037/dev0000562 (In English)
- Power, J. D., Barnes, K. A., Snyder, A. Z. et al. (2012) Spurious but systematic correlations in functional connectivity MRI networks arise from subject motion. *NeuroImage*, vol. 59, no. 3, pp. 2142–2154. PMID: 22019881. DOI: 10.1016/j.neuroimage.2011.10.018 (In English)
- Power, J. D., Schlaggar, B. L., Lessov-Schlaggar, C. N., Petersen, S. E. (2013) Evidence for hubs in human functional brain networks. *Neuron*, vol. 79, no. 4, pp. 798–813. PMID: 23972601. DOI: 10.1016/j.neuron.2013.07.035 (In English)
- Raznahan, A., Shaw, P. W., Lerch, J. P. et al. (2014) Longitudinal four-dimensional mapping of subcortical anatomy in human development. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, vol. 111, no. 4, pp. 1592–1597. PMID: 24474784. DOI: 10.1073/pnas.1316911111 (In English)
- Razumnikova, O. M., Nikolaeva, E. I. (2019a) Tormoznye funktsii mozga i vozrastnye osobennosti organizatsii kognitivnoj deyatel'nosti [Inhibitory brain functions and age-associated specificities in organization of cognitive activity]. *Uspekhi fiziologicheskikh nauk*, vol. 50, no. 1, pp. 75–89. DOI: 10.1134/S0301179819010090 (In Russian)
- Razumnikova, O. M., Nikolaeva, E. I. (2019b) Vozrastnye osobennosti tormoznogo kontrolya i proaktivnaya interferentsiya pri zapominanii zritel'noj informatsii [Age characteristics of inhibition control in the model of proactive interference]. *Voprosy psikhologii*, no. 2, pp. 124–132. (In Russian)
- Rubia, K., Smith, A. B., Woolley, J. et al. (2006) Progressive increase of frontostriatal brain activation from childhood to adulthood during event-related tasks of cognitive control. *Human Brain Mapping*, vol. 27, no. 12, pp. 973–993. PMID: 16683265. DOI: 10.1002/hbm.20237 (In English)
- Sabb, F. W., Bearden, C. E., Glahn, D. C. et al. (2008) A collaborative knowledge base for cognitive phenomics. *Molecular Psychiatry*, vol. 13, no. 4, pp. 350–360. PMID: 18180765. DOI: 10.1038/sj.mp.4002124 (In English)
- Santesso, D. L., Segalowitz, S. J. (2008) Developmental differences in error-related ERPs in middle- to late adolescent males. *Developmental Psychology*, vol. 44, no. 1, pp. 205–217. PMID: 18194018. DOI: 10.1037/0012-1649.44.1.205 (In English)
- Segalowitz, S. J., Santesso, D. L., Jetha, M. K. (2010) Electrophysiological changes during adolescence: A review. *Brain and Cognition*, vol. 72, no. 1, pp. 86–100. PMID: 19914761. DOI: 10.1016/j.bandc.2009.10.003 (In English)
- Shirokova, I. V., Burkova, S. A. (2018) Osobennosti tormoznogo kontrolya u detej mladshego shkol'nogo vozrasta s razlichnym urovnem sformirovannosti vnutrennej kartiny zdorov'ya [Features of inhibitory control among junior schoolchildren with different level of the internal picture of health]. *Vestnik psikhofiziologii*, no. 4, pp. 95–103. (In Russian)
- Simmonds, D. J., Hallquist, M. N., Asato, M., Luna, B. (2013) Developmental stages and sex differences of white matter and behavioral development through adolescence: A longitudinal diffusion tensor imaging (DTI) study. *NeuroImage*, vol. 92, pp. 356–368. PMID: 24384150. DOI: 10.1016/j.neuroimage.2013.12.044 (In English)
- Spear, L. P. (2000) Neurobehavioral changes in adolescence. *Current Directions in Psychological Science*, vol. 9, no. 4, pp. 111–114. DOI: 10.1111/1467-8721.00072 (In English)
- Steinberg, L. (2004) Risk taking in adolescence: What changes, and why? *Annals of the New York Academy of Sciences*, vol. 1021, no. 1, pp. 51–58. PMID: 15251873. DOI: 10.1196/annals.1308.005 (In English)
- Supekar, K., Musen, M., Menon, V. (2009) Development of large-scale functional brain networks in children. *PLoS Biology*, vol. 7, no. 7, article e1000157. PMID: 19621066. DOI: 10.1371/journal.pbio.1000157 (In English)

- van den Heuvel, M. P., Sporns, O. (2013) An anatomical substrate for integration among functional networks in human cortex. *The Journal of Neuroscience*, vol. 33, no. 36, pp. 14489–14500. PMID: 24005300. DOI: 10.1523/JNEUROSCI.2128-13.2013 (In English)
- Velanova, K., Wheeler, M. E., Luna, B. (2008) Maturation changes in anterior cingulate and frontoparietal recruitment support the development of error processing and inhibitory control. *Cerebral Cortex*, vol. 18, no. 11, pp. 2505–2522. PMID: 18281300. DOI: 10.1093/cercor/bhn012 (In English)
- Yakovlev, P. I., Lecours, A. R. (1967) The myelogenetic cycles of regional maturation of the brain. In: A. Minkowski (ed.). *Regional Development of the Brain in Early Life*. Oxford: Blackwell, pp. 3–70.